白云鄂博萤石混合浮选工艺优化*

张 荣,曾永杰,卢方宏,丁交成

(包头钢铁(集团)有限责任公司宝山矿业公司,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章介绍了白云鄂博某萤石选厂混合浮选工艺流程现状,分析了流程运转过程中存在的问题及指标不达标的原因。通过工业试验,将精选由两段精选改为一段精选,生产实践取得了较好的生产指标,降低了生产加工费用。

关键词: 混合浮选; 精选; 中矿; 流程改造

中图分类号: TD923 **文献标识码**: B **文章编号**: 1009-5438(2021)04-0010-03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2021.04.003

Optimization of Bulk Flotation Technology for Fluorite of Bayan Obo Iron Mine

Zhang Rong, Zeng Yong-jie, Lu Fang-hong, Ding Jiao-cheng

(*Baoshan Mining Co. of Baotou Iron & Steel (Group) Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In this article, it is introduced the current situation of bulk flotation process flows of a Fluorite Concentration Plant in Bayan Obo as well as analyzed the problems existed in operation process and the reasons that the indicators do not reach standard. The concentration is changed from two stages to one stage through industrial tests so that the better production indicators are obtained and the production and processing costs are reduced in production practices.

Key words: bulk flotation; concentration; middling; process reformation

萤石是重要的非金属矿产资源之一,是氟化工的主要原料,用途广泛,许多国家将萤石列为“稀缺性资源”[1-2]。中国萤石资源储量同比下降6.3%,是为数不多储量下降的矿产资源之一[3],目前中国萤石产量占全球的57%左右,有多达27个省生产开发利用萤石,萤石的下游加工也呈现蓬勃发展的趋势。随着萤石资源需求量的不断增加,萤石资源愈加珍贵。世界萤石产量的一半用于制作氢氟酸,氢氟酸是氟化工业的起点原料。萤石也广泛应用于玻璃、陶瓷、水泥等建材工业中。在水泥生产中,萤石作为矿化剂加入;在玻璃工业中,萤石作为助熔剂、遮光剂加入;在陶瓷工业中,萤石主要用作瓷釉,它能在瓷釉生产中起到助色和助熔的作用。

白云鄂博矿是中国重要的矿产资源基地,铁、稀土资源储量丰富,萤石储量也十分可观。为高效利用白云鄂博铁、稀土、萤石伴生矿,包钢于2014年实行白云鄂博矿资源综合利用工程[3],其中综合利用作业部混合浮选处理上游选铁、选稀土的尾矿,将其中易浮矿物混合浮出矿物作为选萤石作业原料,不易浮矿物作为选铌原料。

1 原矿性质

1.1 原矿化学成分分析

对选铁选稀土尾矿进行化学成分分析,由表1

* **收稿日期**: 2021-06-02

作者简介: 张 荣(1984-),男,布依族,贵州省兴义市人,工程师,现从事选矿技术研究工作。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

分析发现原矿组成相对复杂，可回收组分有 Fe、REO 以及 F，杂质主要成分为 CaO，其次为 SiO_2、MgO、BaO、Al_2O_3 等。

1.2　原矿矿物组成

原矿中主要矿物组成及含量见表 2。

表 1　混合给矿多元素分析（质量分数）　%

TFe	REO	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	Al_2O_3	SiO_2	BaO	F	S	P	其他
13.9	2.91	0.33	0.84	41.71	3.05	0.52	10.49	2.88	18.98	1.324	0.78	2.35

表 2　试样矿物组成（体积分数）　%

萤石	铁矿物	稀土矿物	硅酸盐矿物	重晶石磷灰石	碳酸盐矿物	其他
24.3	15.78	4.32	19.24	8.71	25.32	2.34

试样物相分析表明，试样矿物组成比较复杂，主要矿物为萤石、铁矿物、碳酸盐矿物、硅酸盐矿物等，含有少量稀土、重晶石、磷灰石，矿物种类多。有用矿物为萤石、铁矿物、稀土，其中稀土含量较低，不具备回收价值。

1.3　原矿单体解离情况

试样中萤石解离度及萤石与杂质矿物连生情况见表 3。

表 3　原矿试样解离度（体积分数）　%

萤石解离度	硅酸盐解离度	碳酸盐解离度	与铁矿物连生	与稀土矿物连生	与重晶石连生	与磷灰石连生	与其他矿物连生
90.1	94.16	92.28	3.06	5.4	0.76	<0.1	0.68

显微镜下观察，矿样粒度不均匀，小颗粒矿物占绝大多数，磨矿粒度极细（－0.074 mm 达到 98% 以上），萤石、硅酸盐矿物、碳酸盐矿物解离度高，达到 90% 以上，主要矿物基本实现单体解离。极少量铁矿物、稀土矿物与萤石连生，并且连生关系复杂，有毗邻连生，也有缠绕包裹连生（这种情况很难解离），包裹体粒径微细（0.020 ~ 0.065 mm）。重晶石、磷灰石多以单体出现，并且粒度较细，粒度基本在 0.025 mm 以下。

2　混合浮选原流程及存在问题

原设计混合浮选采用一粗二精流程，其中粗选选用 8 台 50 m^3 浮选机，一精选用 4 台 50 m^3 浮选机，二精选用 3 台 50 m^3 浮选机，原矿萤石品位 20% ~25%，经磨矿分级后，粒度 －0.074 mm 达到 98%，浮选浓度 50% ±5%，经一粗二精浮选后，泡沫产品萤石品位大于 45%，粗选沉砂中萤石品位小于 5%，工艺流程如图 1 所示。

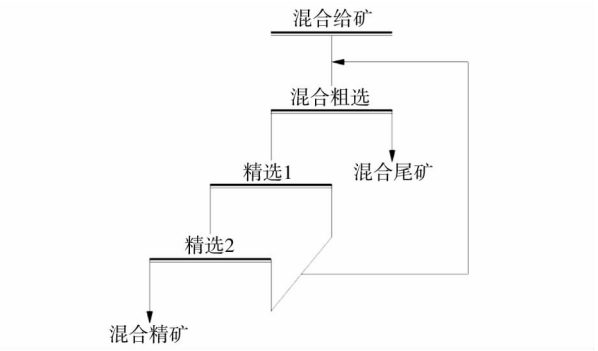


图 1　混合浮选原有流程

现场实际运转过程中，发现沉砂萤石品位偏高，二精泡沫萤石品位偏低，浮选药剂用量大，泡沫跑槽严重，造成浮选运转不稳定，未达到设计指标。原流程运行期间，生产指标如表 4 所示。

表 4　改造前生产指标（质量分数）　%

产品	产率	品位	回收率
原矿	100.00	24.30	100.00
尾矿	54.38	8.26	18.48
精矿	45.62	43.42	81.52

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3 工艺流程优化

为改善生产指标，解决上述问题，对原流程进行考察并提出切实可行的技术改造方案。

3.1 技术改造

通过对现场全流程的考察发现，混合浮选二段精选后精矿量小，粗选给矿指标波动大，矿浆量平衡困难，粗选沉砂达标困难，对问题进行要因分析，最终确定造成上述问题的主要原因是混合精选中矿返回量大。

为解决中矿返回量大的问题，经过小型试验验证，对原有流程进行改造，将混合浮选原有“一粗两精”流程改为“一粗一精”流程，停转3台XCF/KYF50浮选机，以达到减小中矿返回量，优化改善混合浮选状态的目的，改造后的工艺流程如图2所示，改造后的主要设备如表5所示。

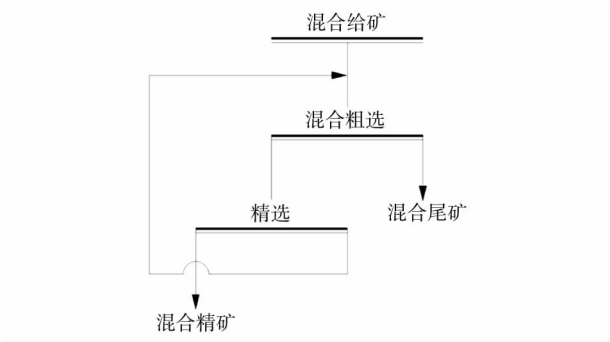


图2 混合浮选改造后流程

表5 改造后主要设备表

工艺	设备型号	单台设备功率/kW	设备台数/台	负荷/kW
混合粗选	XCF－50	132	2	264
	KYF－50	90	6	540
混合精选	XCF－50	132	1	132
	KYF－50	90	3	270
精矿输送	250－ZG－I－A65	400	1	400
尾矿输送	150－ZG－I－A70	132	1	132
矿浆搅拌槽	4 m×4 m	37	3	121
合计				1 859

3.2 效果评价

(1) 技改前后工艺指标对比。流程改造后，经过一段时间的稳定运行，选别指标较好。新工艺指标见表6。由表6可知，技改后的新工艺能适应来矿性质，指标较好。新工艺在原矿萤石品位降低了1.7个百分点的情况下，混合精矿品位提高了6.81个百分点，回收率提高了3.75个百分点。技改后新工艺较原生产工艺在提高精矿品位，提高回收率，适应来矿变化方面体现出巨大优势。

表6 改造后生产指标(质量分数) %

产品	产率	品位	回收率
原矿	100.00	22.60	100.00
沉砂	61.63	5.40	14.73
精矿	38.37	50.23	85.27

(2) 节能降耗方面。新工艺较原工艺减少了浮选机配置，负荷明显降低，与原工艺相比，减少设备使用3台，降低设备负荷312 kW，每年可节约用电24.60万kW·h，年可降低电费约105万元。因缩短了流程，减少了设备使用，浮选机检修备品备件费用可减少10余万元。且因浮选工艺流程的缩短，药剂消耗大幅度降低，生产新水的消耗也有所降低，进而降低了精矿加工成本。

3 结论

(1) 该萤石选厂混合浮选以“一粗一精”流程代替原有“一粗两精”流程，解决了沉砂萤石品位偏高、浮选药剂用量大、泡沫跑槽严重等问题，提高了浮选稳定性。

(2) 经过流程改造，新工艺较原工艺精矿品位提高6.81个百分点，浮选精矿回收率提高3.75个百分点，取得了良好的生产指标。

(3) 新生产工艺每年可降低电费105万元，降低备品备件费用10万元，药剂、生产新水消耗也有所降低，且改造成本较低。

参 考 文 献

[1] 胡开文，周清波，曾志飞，等. 某萤石选矿厂浮选流程改造实践[J]. 现代矿业，2018，34(10)：137－138.

[2] 丁交成，曾永杰，邓建林，等. 白云鄂博包钢选厂Derrick细筛的应用与优化研究[J]. 现代矿业，2020，36(10)：157－159.

[3] 陈军元，刘艳飞，颜玲亚，等. 石墨、萤石等战略非金属矿产发展趋势研究[J/OL]. 地球学报：1－10[2021－01－05].

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net